



TUGAS AKHIR (MN141581) HIDRODINAMIKA

2016

Judul Tugas Akhir



Analisis Tegangan Akibat Beban Gelombang pada Struktur Kapal Perang Tipe Corvette



Nama Mahasiswa dan Dosen Pembimbing



Nama : Pratama Yuli Arianto
NRP : 4112100043

Dosen Pembimbing I
Nama : Aries Sulisetyono, S.T, MA.Sc, Ph.D
NIP : 19710320 199512 1 002

Dosen Pembimbing II
Nama : Teguh Putranto, S.T, M.T
NIP : 19900513 201404 1 001

JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN

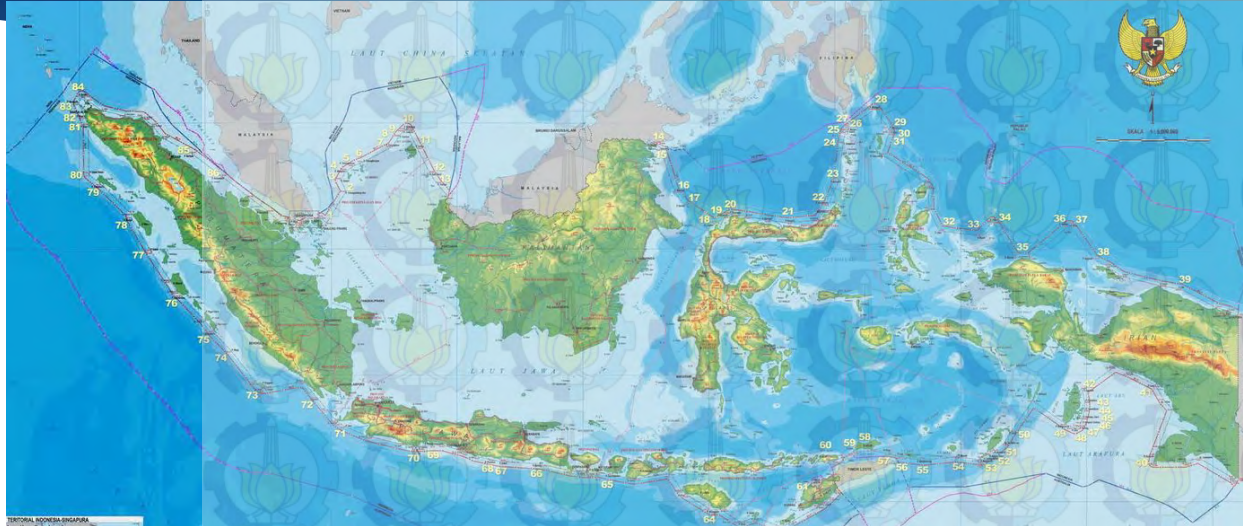
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

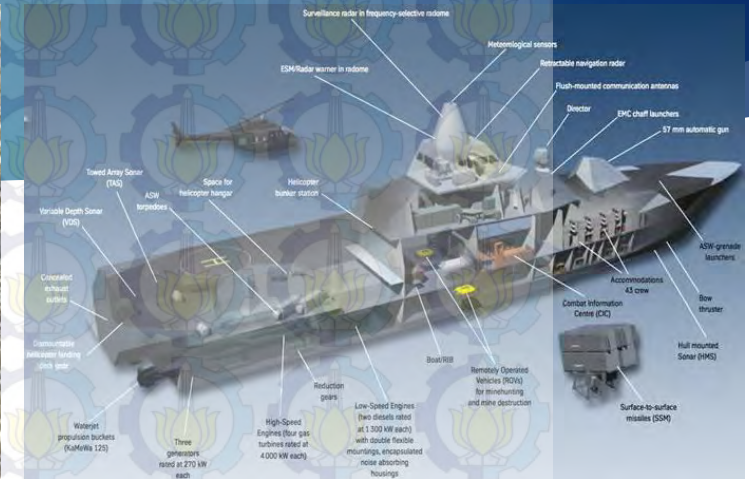
SURABAYA 2016

Pendahuluan

► Latar Belakang



Pendahuluan



Pendahuluan



► Rumusan Masalah

1. Bagaimana menentukan *bending moment* dan *shear force* yang terjadi pada kapal perang tipe *corvette*?
2. Berapa besar tegangan pada struktur kapal akibat beban gelombang dengan tinggi gelombang 6 m (standar DNV-GL)?
3. Berapa besar tegangan pada struktur kapal akibat beban gelombang dengan tinggi gelombang 3-5 m (kondisi perairan Indonesia)?
4. Bagaimana analisis besar konsentrasi tegangan yang dihasilkan dengan konsentrasi tegangan yang diizinkan oleh klasifikasi?

Pendahuluan



► Tujuan

1. Mengentahui bagaimana bagaimana menentukan *bending moment* dan *shear force* yang terjadi pada kapal perang tipe *corvette*.
2. Mengetahui besar tegangan yang terjadi pada struktur kapal akibat beban gelombang dengan tinggi gelombang 6 m (standar DNV-GL).
3. Mengetahui besar tegangan yang terjadi pada struktur kapal akibat beban gelombang dengan tinggi gelombang 3-5 m (kondisi perairan Indonesia).
4. Mengetahui besar konsentrasi tegangan yang dihasilkan dengan konsentrasi tegangan yang diizinkan oleh klasifikasi?

Pendahuluan



► Batasan Masalah

1. Kapal yang digunakan adalah kapal perang tipe *corvette*
2. Untuk pembebanan yang diberikan pada struktur kapal ketika kondisi *sagging* dan *hogging* maksimum, dengan tinggi gelombang standar dari DNV-GL (6 m) dan kondisi perairan Indonesia (3, 4 dan 5 m)
3. Untuk proses penentuan *shear force* dan *bending moment* memakai software ANSYS AQWA
4. Untuk proses pemodelan dan penentuan tegangan pada struktur kapal perang tipe *corvette* memakai aplikasi POSEIDON 11.0
5. *Wave heading* yang dipakai adalah 90°, 135°, 180°.
6. Hasil tegangan keluaran berupa tegangan global

Pendahuluan



► Manfaat

Dengan dilakukannya tugas akhir ini, diharapkan dapat membantu mendapatkan solusi dalam melakukan analisis tegangan yang diakibatkan oleh beban gelombang pada struktur suatu kapal, khususnya struktur kapal perang tipe corvette dengan memakai software ANSYS AQWA 14.5 dan POSEIDON 11.0. Selain itu analisis tegangan dengan menggunakan software POSEIDON 11.0 ini dapat mempercepat analisis tetapi tetap secara akurat.

Pendahuluan

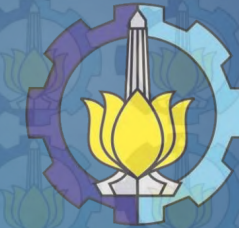


► Hipotesa

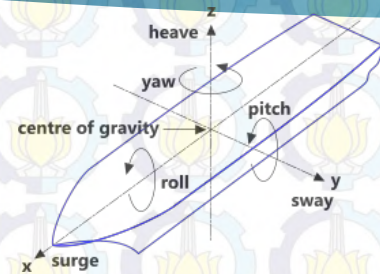
Hipotesis dari tugas akhir ini adalah:

1. Dengan mengerjakan tugas akhir ini dapat mengetahui besarnya konsentrasi tegangan pada struktur kapal perang tipe *corvette*.
2. Besar tegangan yang terjadi pada struktur kapal akan memenuhi tegangan ijin dari klasifikasi.
3. Besar tegangan yang terjadi akan lebih besar ketika gelombang 6 m daripada gelombang 3-5 m.

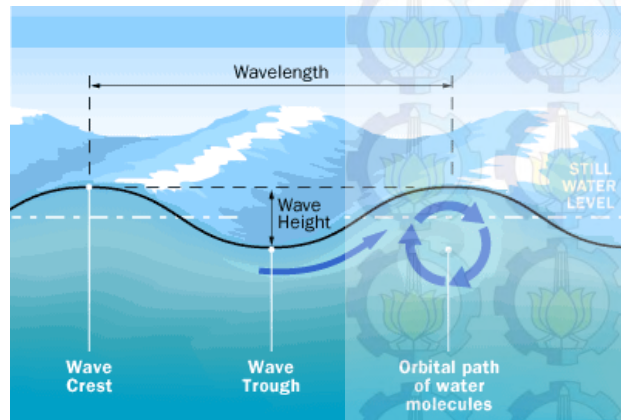
Studi Literatur



1. Gambaran Umum Kapal Perang



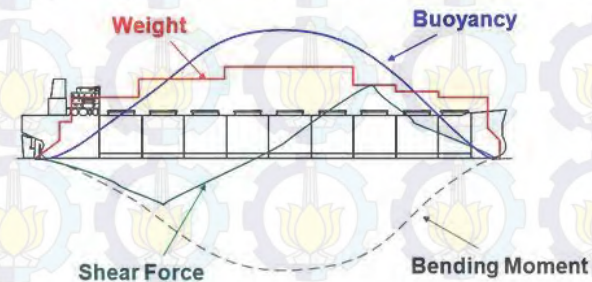
3. Gerak Pada Kapal



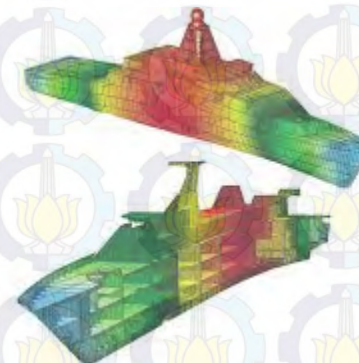
2. Teori Gelombang



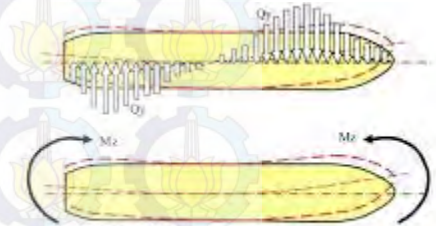
2.1 Gelombang Regular dan Irregular



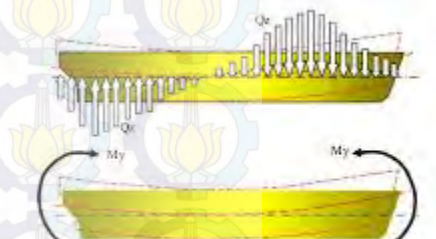
4. Shear Force dan Bending Moment



5. Tegangan



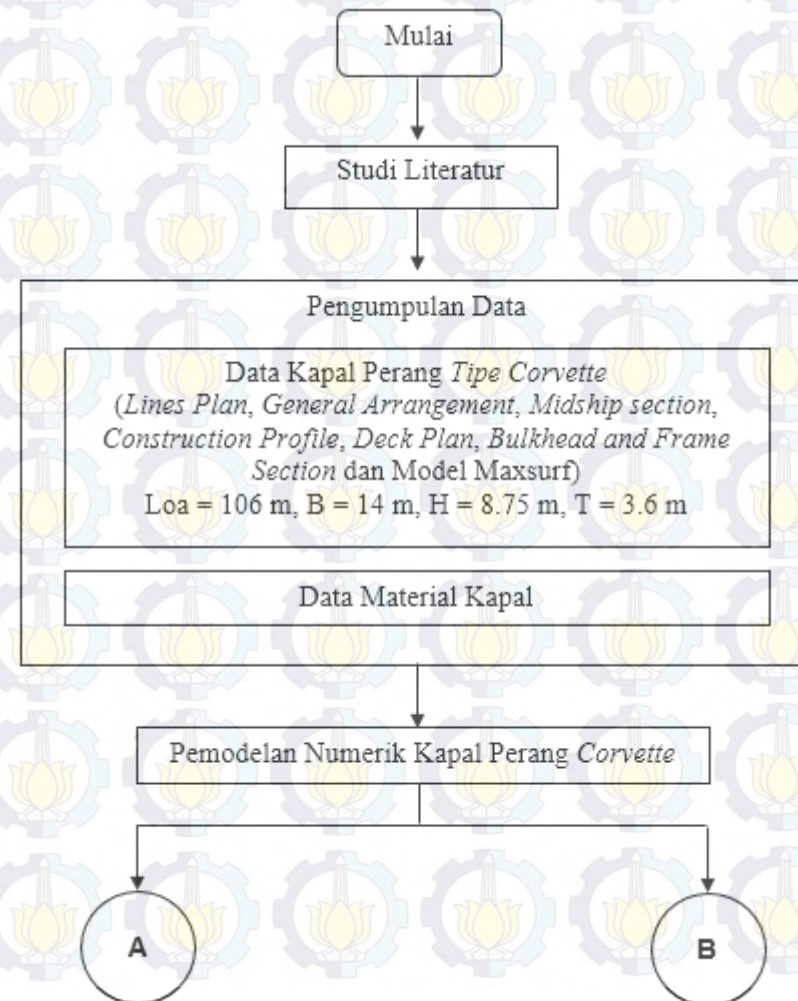
Gambar 2.4: Kapal melengkung pada bidang horizontal



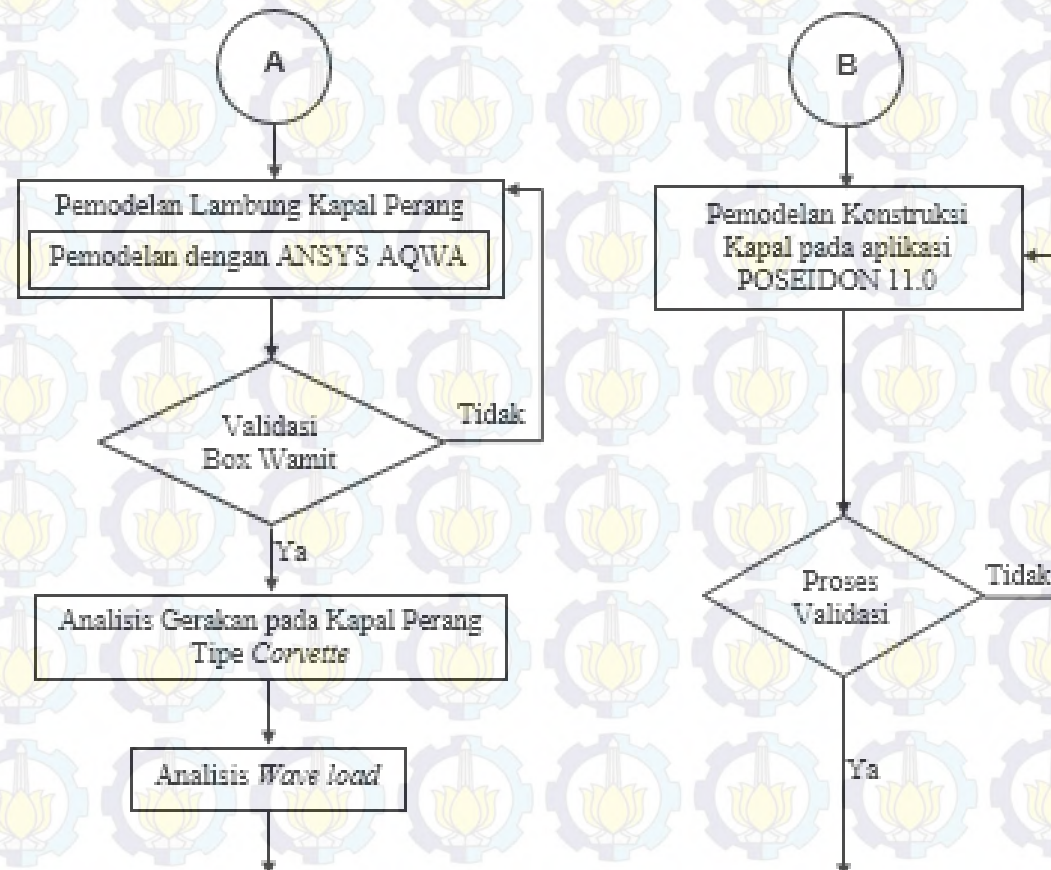
Gambar 2.5: Kapal melengkung pada bidang vertikal

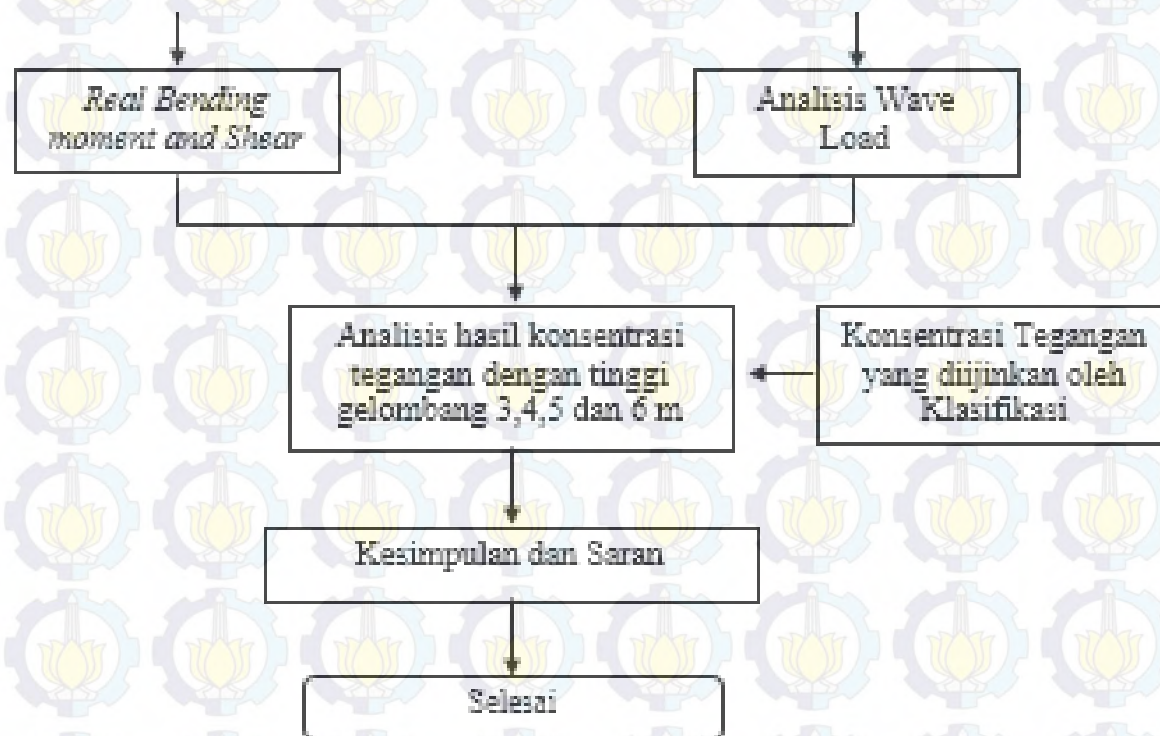
6. Vertical and Horizontal Bending Moment

Metodologi Penelitian



Metodologi Penelitian





Gambar III. 1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Hasil Pengumpulan data

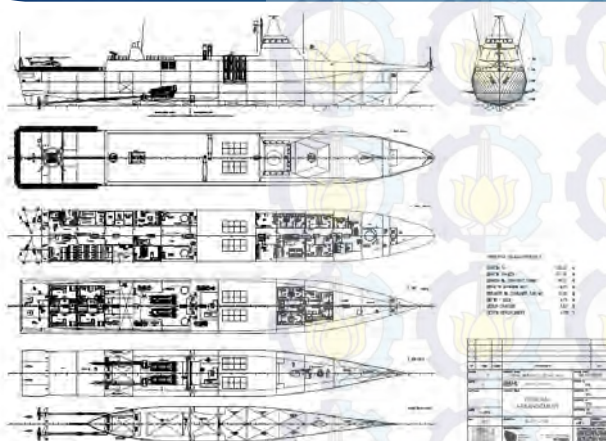


- Kapal yang digunakan adalah kapal perang tipe *corvette* dengan ukuran utama sebagai berikut :
- Tabel III. 3. Dimensi ukuran utama kapal perang

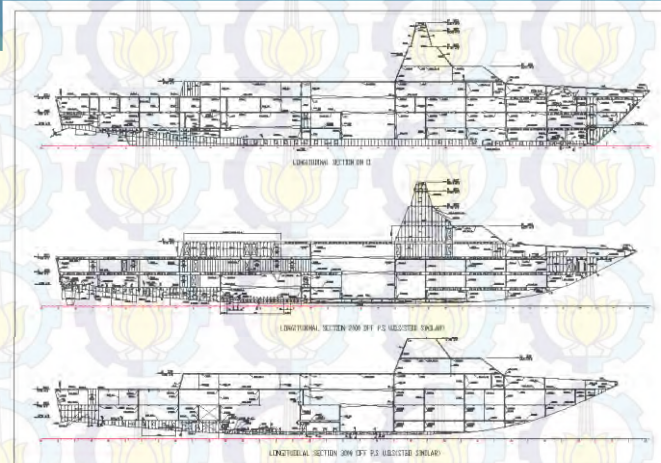
Item	Nilai	Unit
Loa	106,00	m
B	14,00	m
T	3,70	m
H	8,75	m
Vs	30	knot

Data kapal perang tipe *Corvette* yang diperoleh dalam pengerjaan tugas akhir ini meliputi :

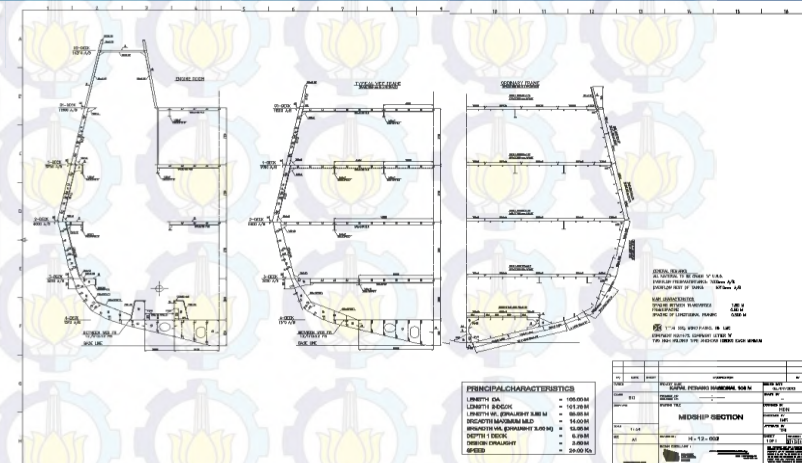
Hasil Pengumpulan Data



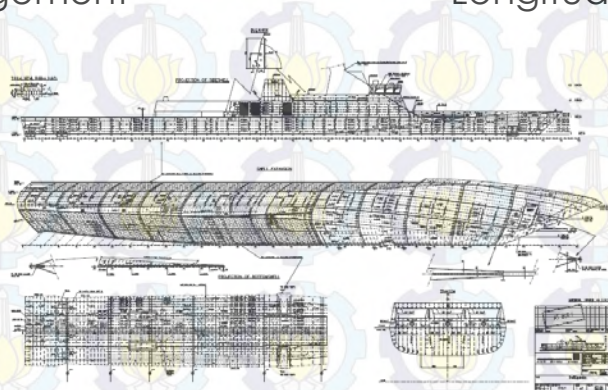
General Arrangement



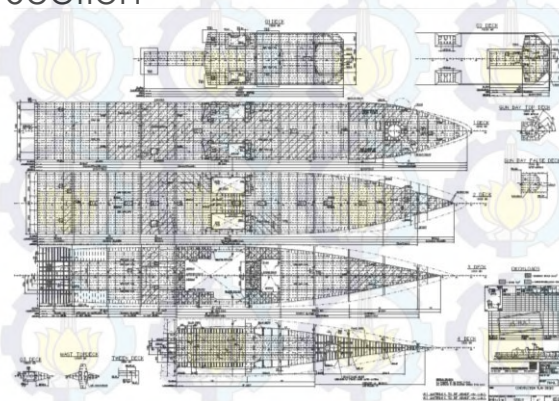
Longitudinal Section



Midship Section

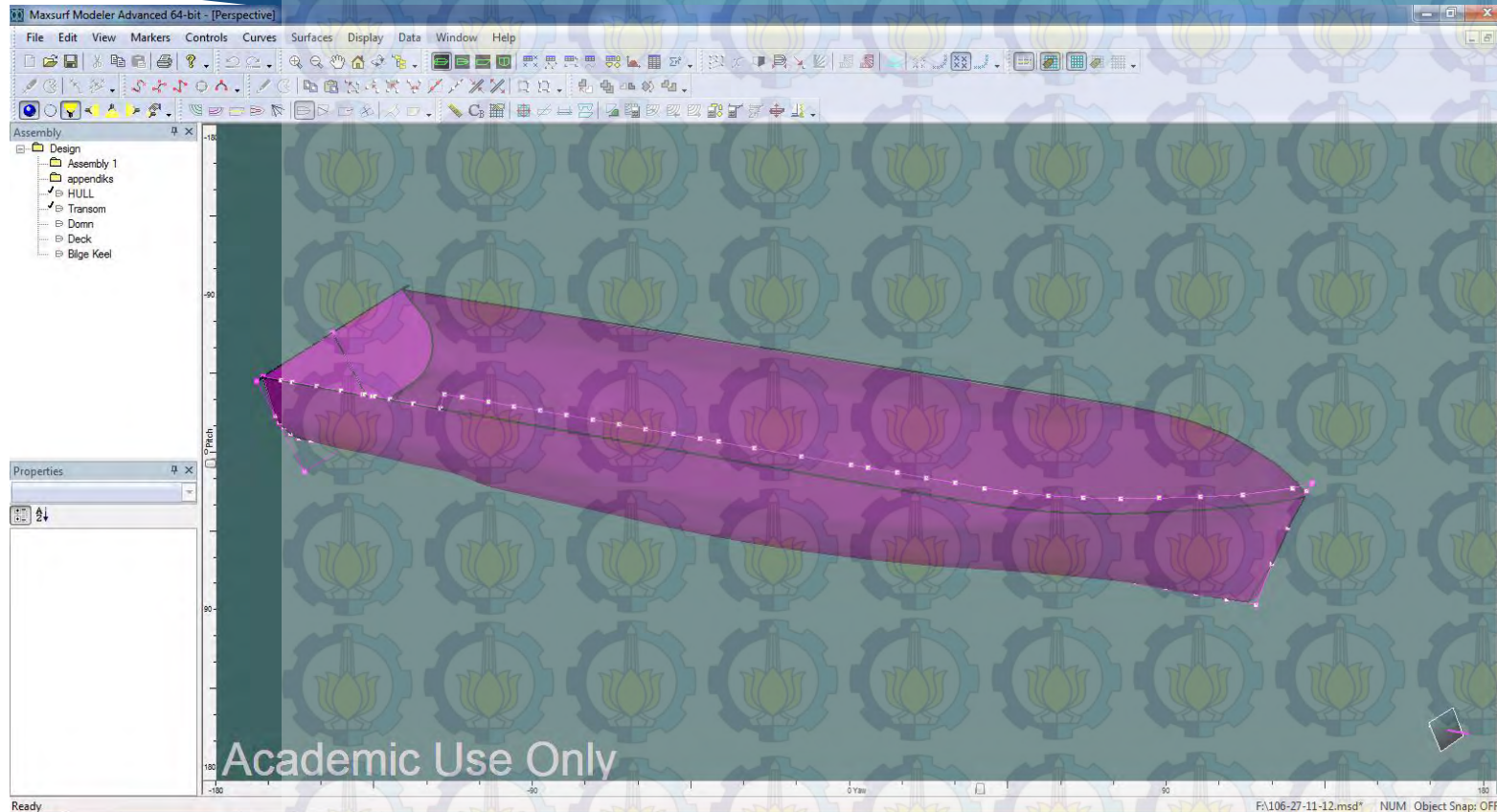


Construction Sheel Expansion



Construction Plan Deck

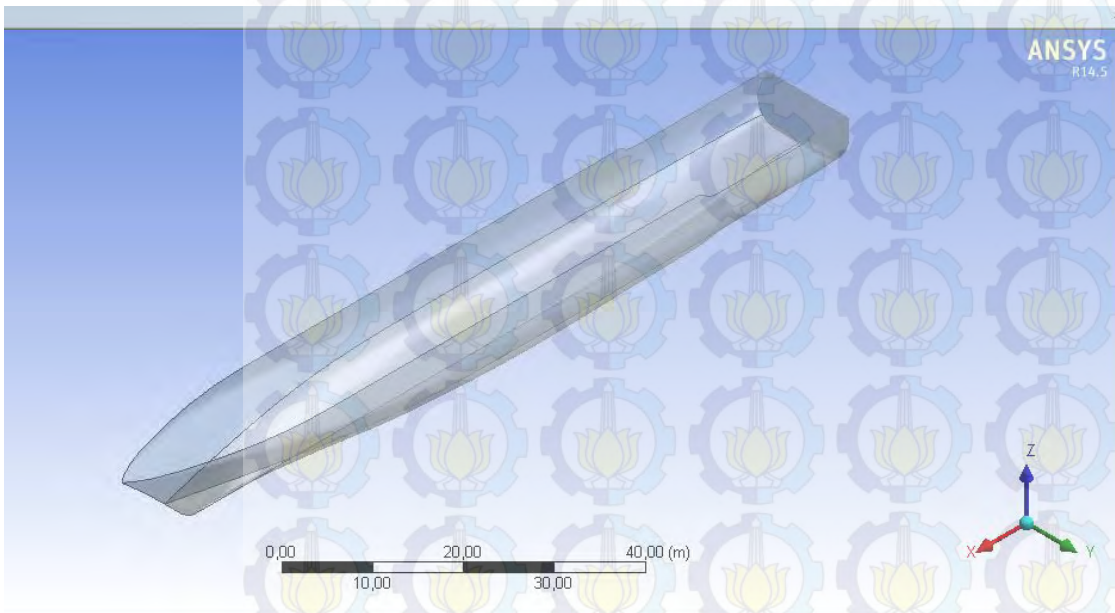
Pemodelan Lambung Kapal dengan Ansys Aqwa



Kapal yang digunakan adalah kapal perang tipe corvette dengan ukuran utama sebagai berikut :

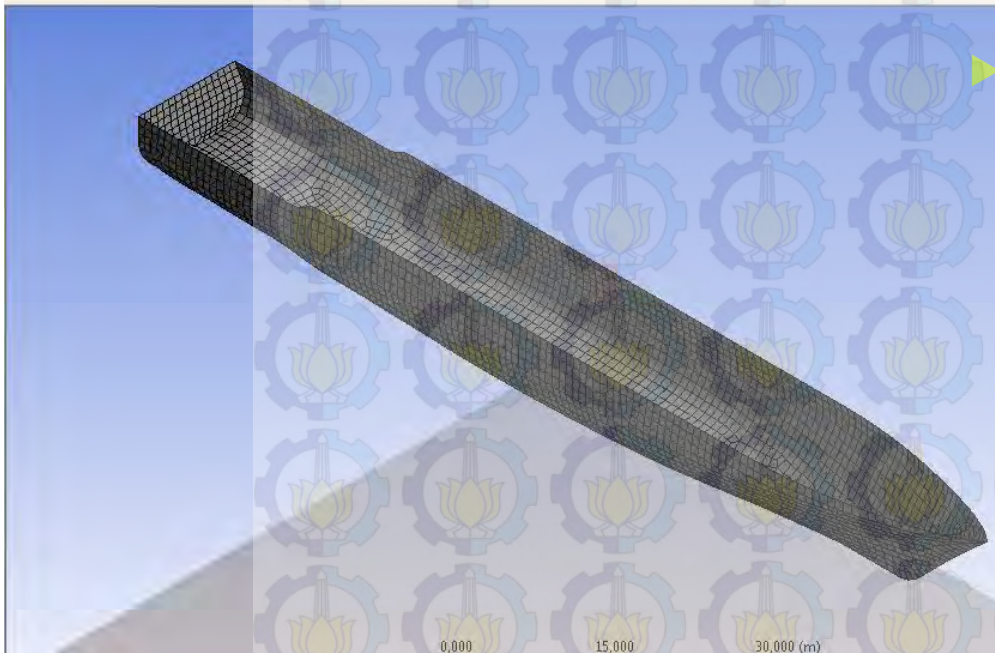
Item	Nilai	Unit
Loa	106,00	m
B	14,00	m
T	3,70	m
H	8,75	m
Vs	30	knot

Pemodelan Lambung Kapal dengan Ansys Aqwa



- ▶ COG : $X = -3.475$; $Y = -1.96 \times 10^{-3}$ m ; $Z = 3.7$ m
- ▶ COB : $X = -3.475$; $Y = -1.96 \times 10^{-3}$ m ; $Z = 2.26$ m
- ▶ Displasemen = 2344.9155 m³
- ▶ Massa = 2403538.4155 kg
- ▶ Jarak COG ke COB (BG) = 1.34 m
- ▶ $K_{xx} = 4.16$; $K_{yy} = 27.8$; $K_{zz} = 27.8$
- ▶ $I_{xx} = 4.15 \times 10^7$ kg.m²; $I_{yy} = 1.98 \times 10^9$ kg.m²;
 $I_{zz} = 1.98 \times 10^9$ kg.m²
- ▶ Variasi frekuensi : 0.05 rad/s – 2 rad/s
- ▶ Interval frekuensi : 0.05 rad/s

Proses Meshing Pada Ansys Aqwa



Dalam tugas akhir ini komputer yang digunakan dalam melakukan *meshing* mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Operating System : Windows 7 Professional 64-bit (6.1)

Processor : Intel(R) Core(TM) i3 CPU

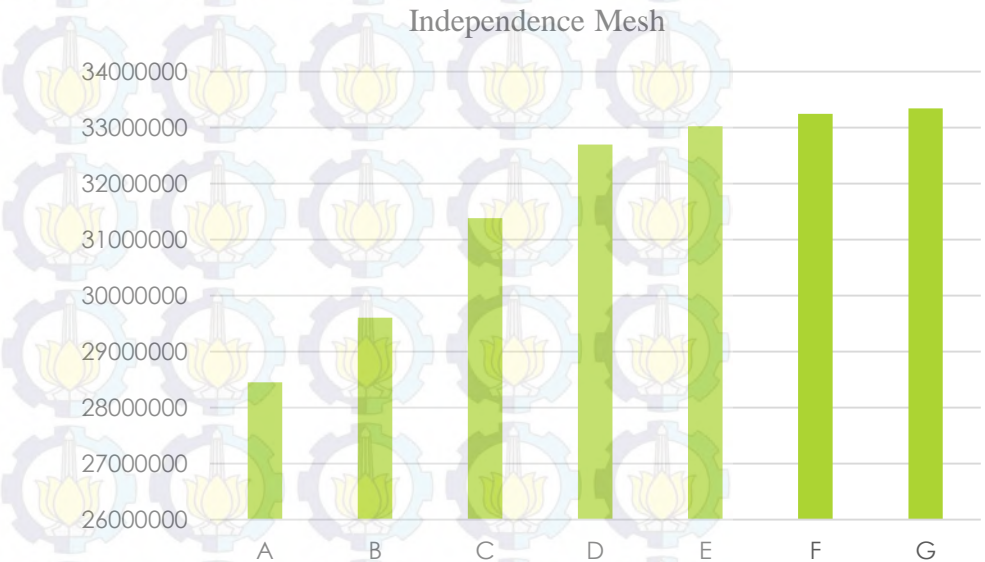
M330 @2.13GHz (4 CPUs), ~2.1GHz

Memory : 5120 MB RAM

Proses Meshing



Simulasi	Ukuran elemen	Jumlah elemen	RAO Bending moment	Prosentase perbedaan
A	5	337	28454812	3.895 %
B	4.5	389	29607912	5.655 %
C	3.5	630	31382704	4.022 %
D	3	823	32697734	0.983 %
E	2.57	1176	33022220	0.684 %
F	1.5	3341	33249670	0.288 %
G	1	7468	33345554	



Hasil dari proses meshing adalah ukuran elemen yang paling optimal baik dari nilainya, kapasitas komputer, maupun lama waktu dalam proses meshing

Hasil proses meshing



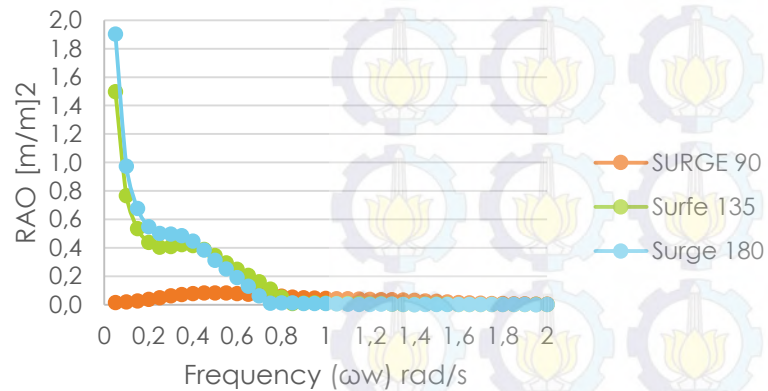
Pada simulasi F, *trendline* menunjukkan bahwa tidak lagi menunjukkan perubahan nilai yang signifikan. Dengan kata lain pada model kapal Perang yang dihasilkan pada simulasi F merupakan hasil *meshing* yang paling optimal, sehingga tidak banyak waktu untuk melakukan proses *running* program dan penggunaan komputer tidak perlu dipaksakan. Maka dapat disimpulkan bahwa kapal perang tipe corvette ini menggunakan ketentuan *meshing* sebagai berikut :

- a. Local element size : 1.5 m
- b. Number of nodes : 3461
- c. Number of element : 3341

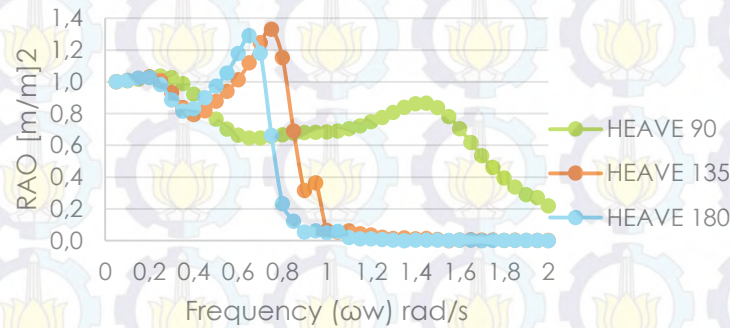
RAO Kapal Perang Tipe Corvette



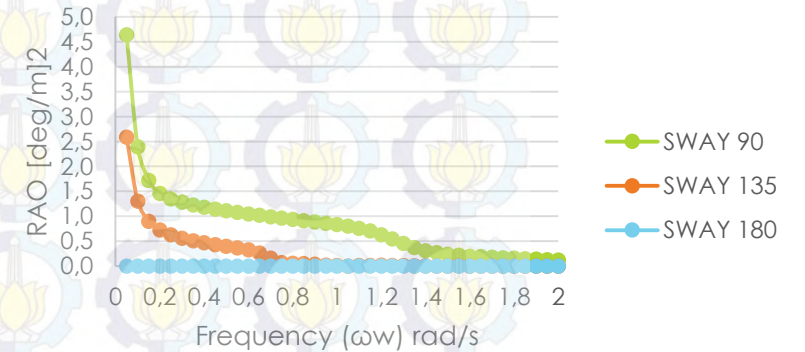
RAO SURGE



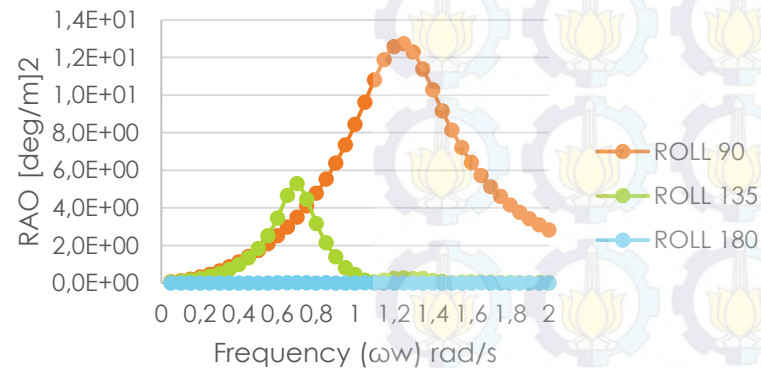
RAO HEAVE



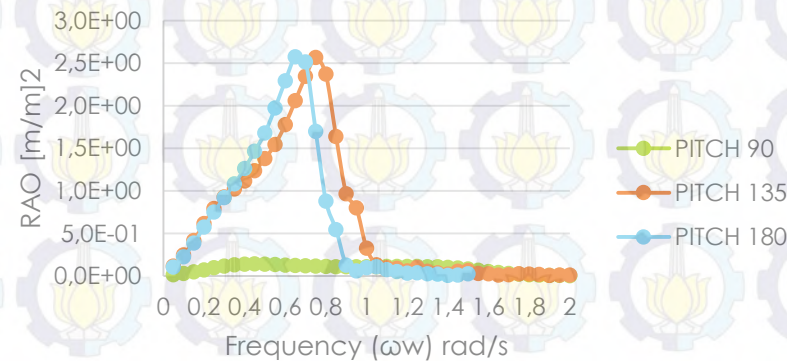
RAO SWAY



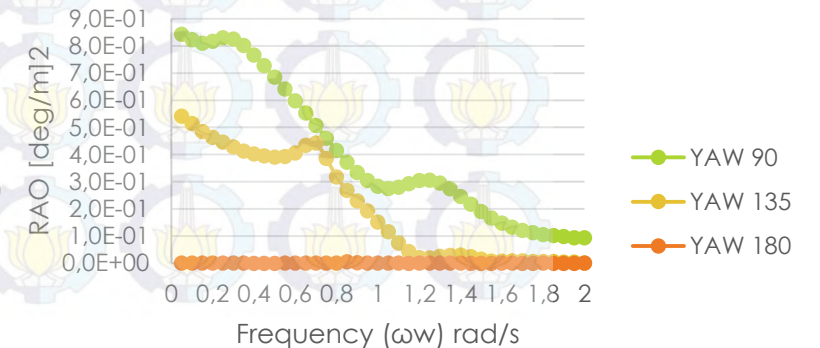
RAO ROLLING



RAO PITCHING



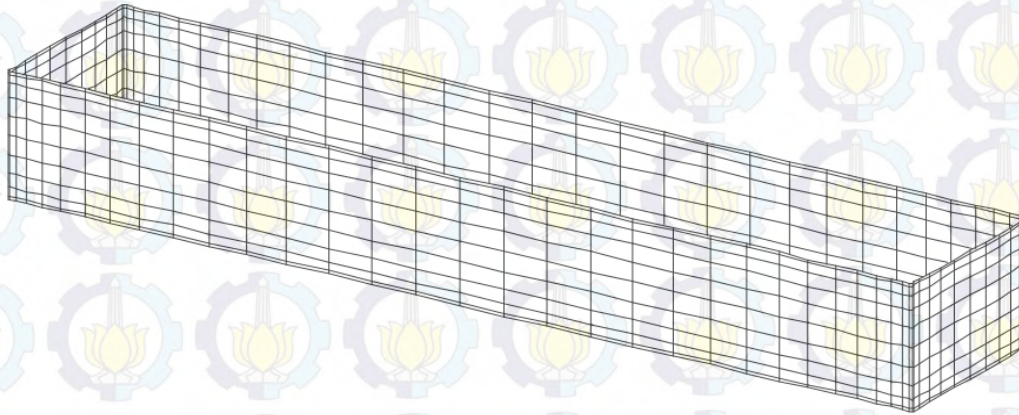
RAO YAW



Validasi RAO Box Ansys Aqwa dengan RAO Box Wamit

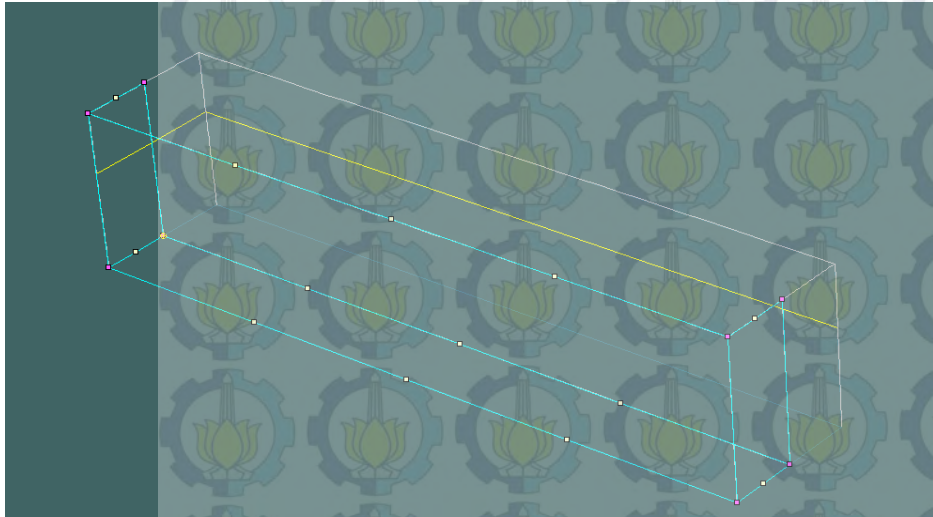


Model	L (m)	B (m)	T (m)	Displacement (ton)	Wave heading (°)	KG (m)
BOX	200	40	28	229645	45	28

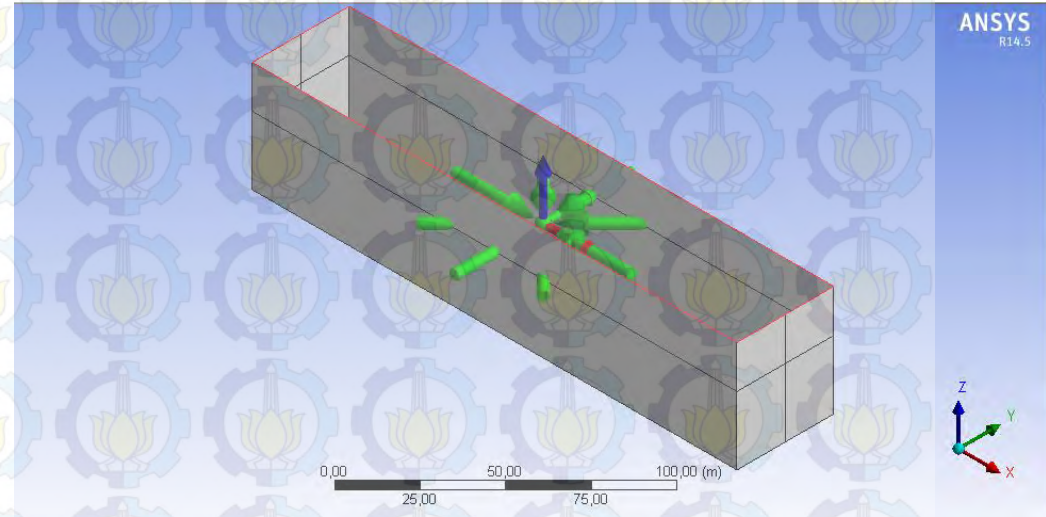


Model Box pada program wamit

Validasi RAO Box Ansys Aqwa dengan RAO Box Wamit



Model box pada maxsurf

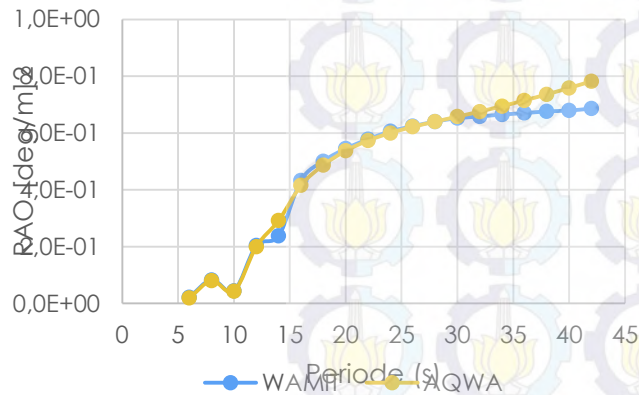


Model Box pada Ansys Aqwa

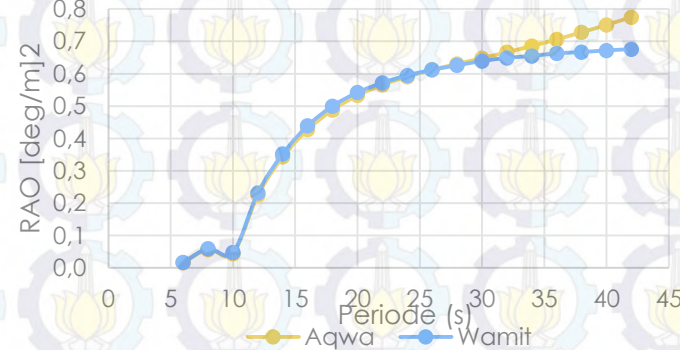
Hasil perbandingan RAO box pada Aqwa dengan Box pada Wamit



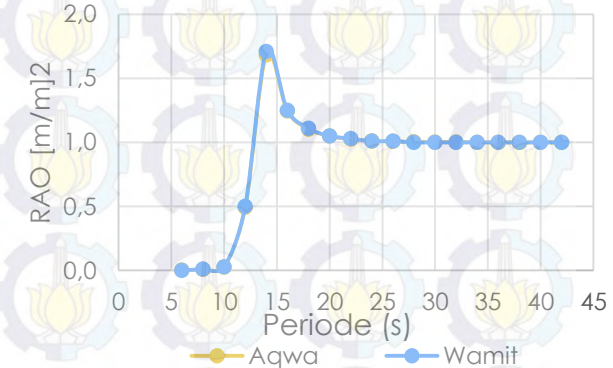
RAO SURGE



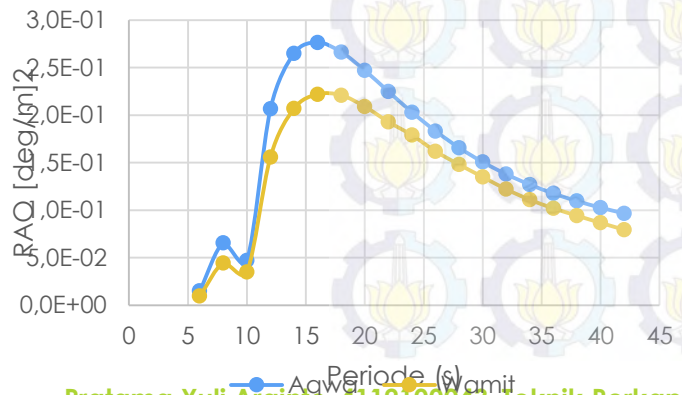
RAO SWAY



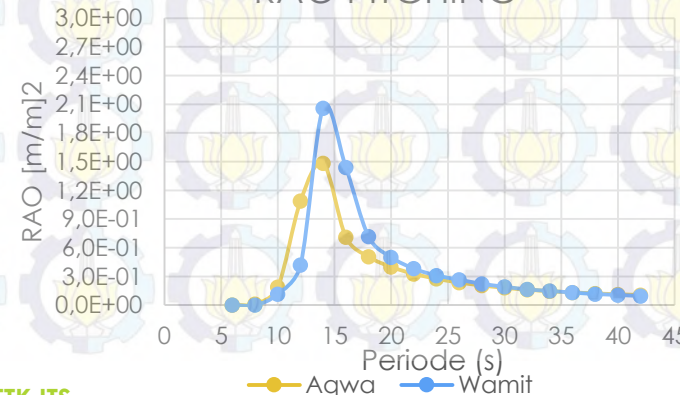
RAO HEAVE



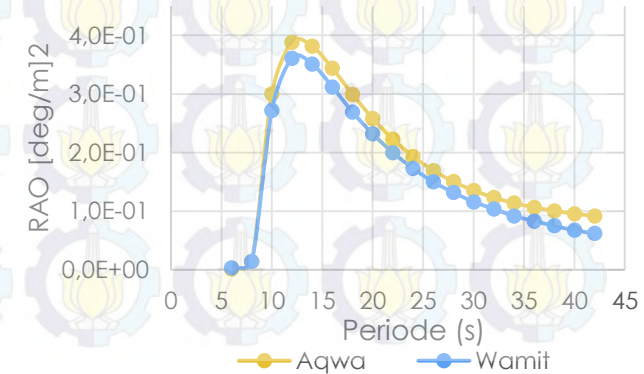
RAO ROLLING



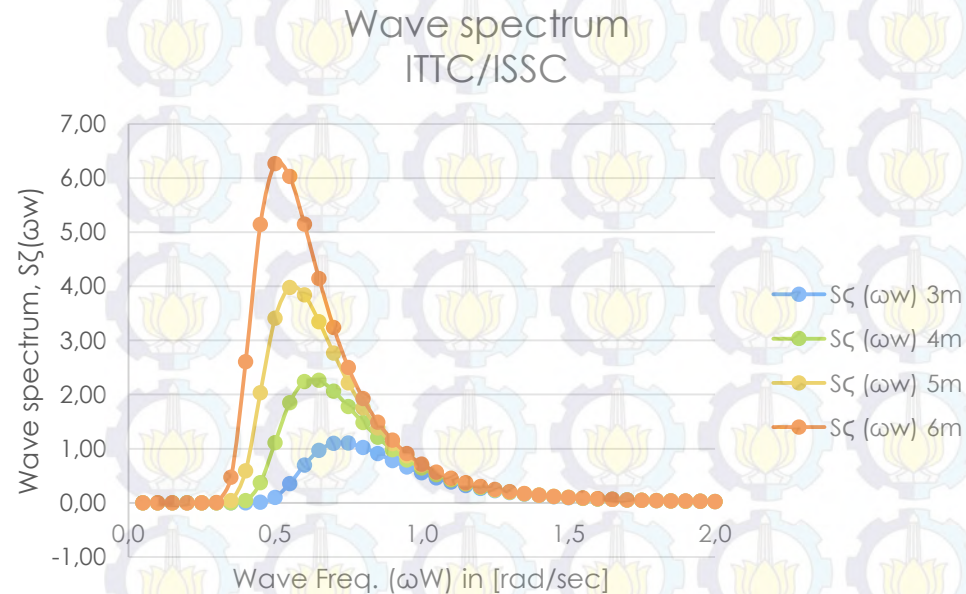
RAO PITCHING



RAO YAW



Hasil perhitungan Spektrum Gelombang ITTC



► Rumus Spektrum ITTC

$$S_z(\omega) = \frac{0.0081 \cdot g^2}{\omega^5} \times \exp\left(\frac{-3.11}{H_s^2 \cdot \omega^4}\right)$$

$$\omega_s = \omega_w \left(1 - \frac{V}{V_w}\right) \cos \mu$$

$$S_z(\omega_s) = \frac{S_z(\omega_w)}{\sqrt{1 - \left(4 \omega_s \frac{V}{g}\right) \cos \theta}}$$

Dimana :

$S_z \omega$ = Spektrum Gelombang

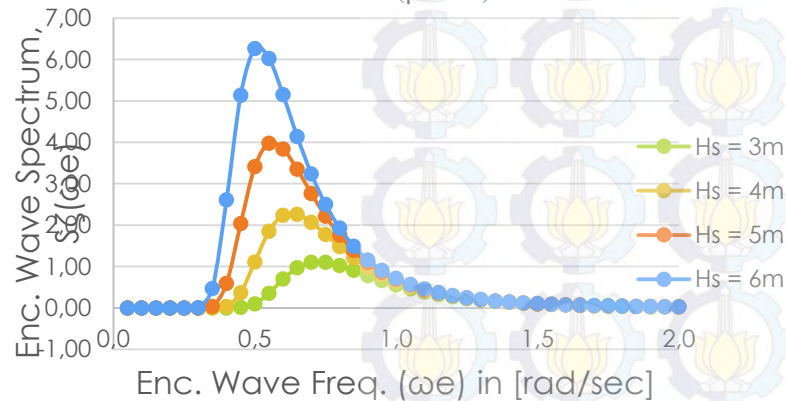
g = gravitasi

ω = frekuensi gelombang

H_s = tinggi gelombang signifikan

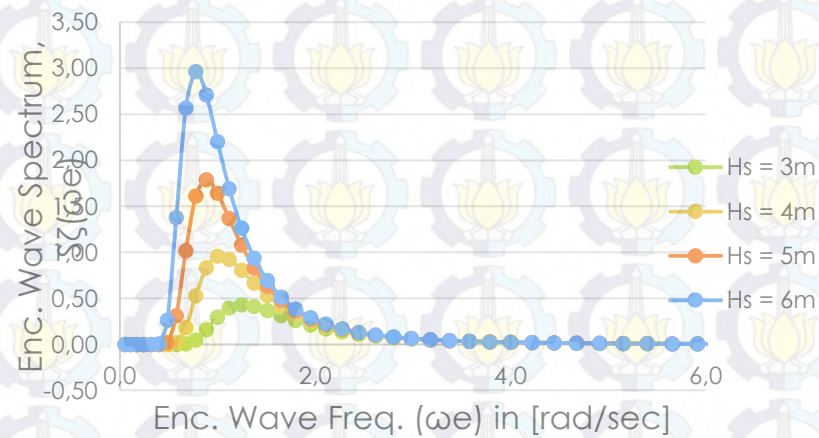
Hasil Perhitungan Wave Encounter

Encountering Wave Spectrum
ITTC ($\mu = 90$)



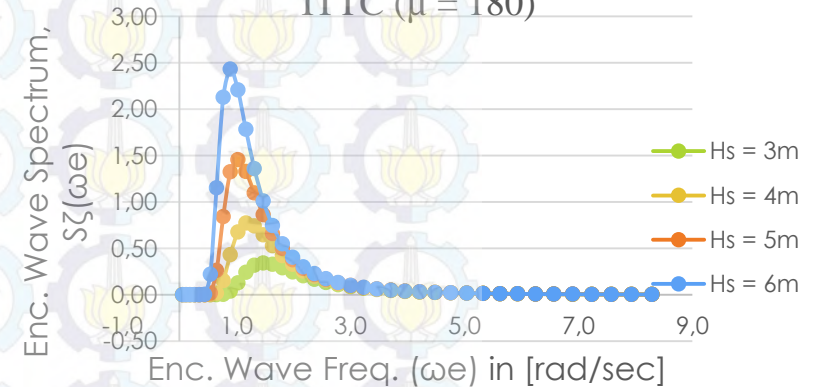
Wave Encounter 90

Encountering Wave Spectrum
ITTC ($\mu = 135$)



Wave Encounter 135

Encountering Wave Spectrum
ITTC ($\mu = 180$)

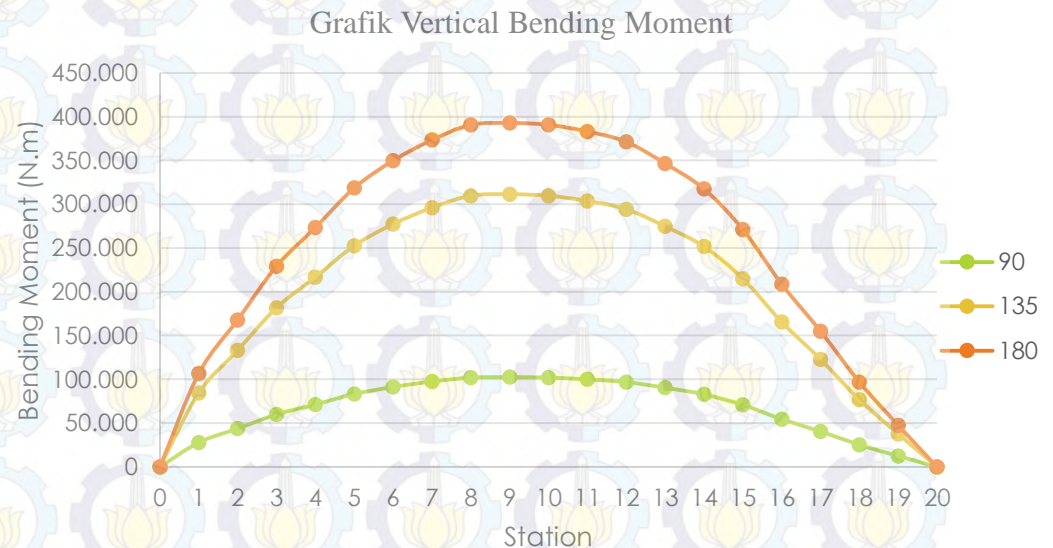
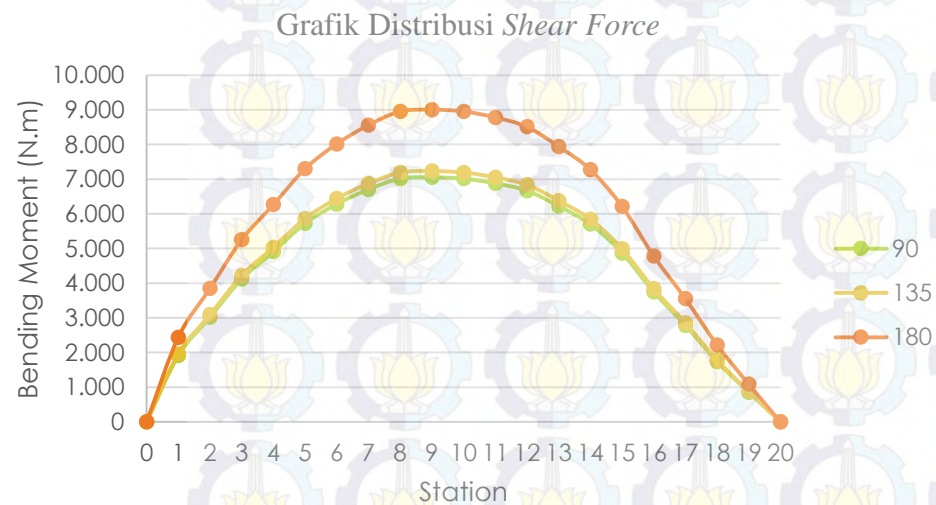


Wave Encounter 180

Distribusi gaya lintang dan momen lengkung



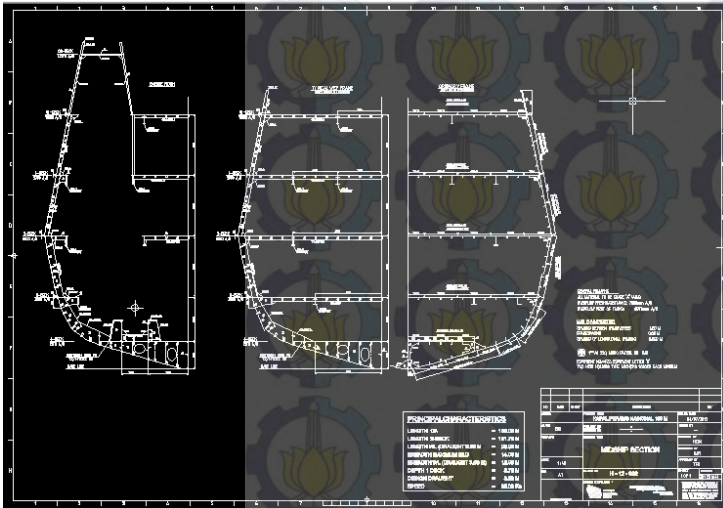
- Pada tinggi gelombang signifikan 6 m



Pemodelan Konstruksi Kapal dengan Poseidon



A. Proses Redrawing



Gambar Hasil Redrawing Midship Section

B. Pengukuran titik koordinat



Gambar Pengukuran titik-titik koordinat

Proses Pemodelan pada Poseidon



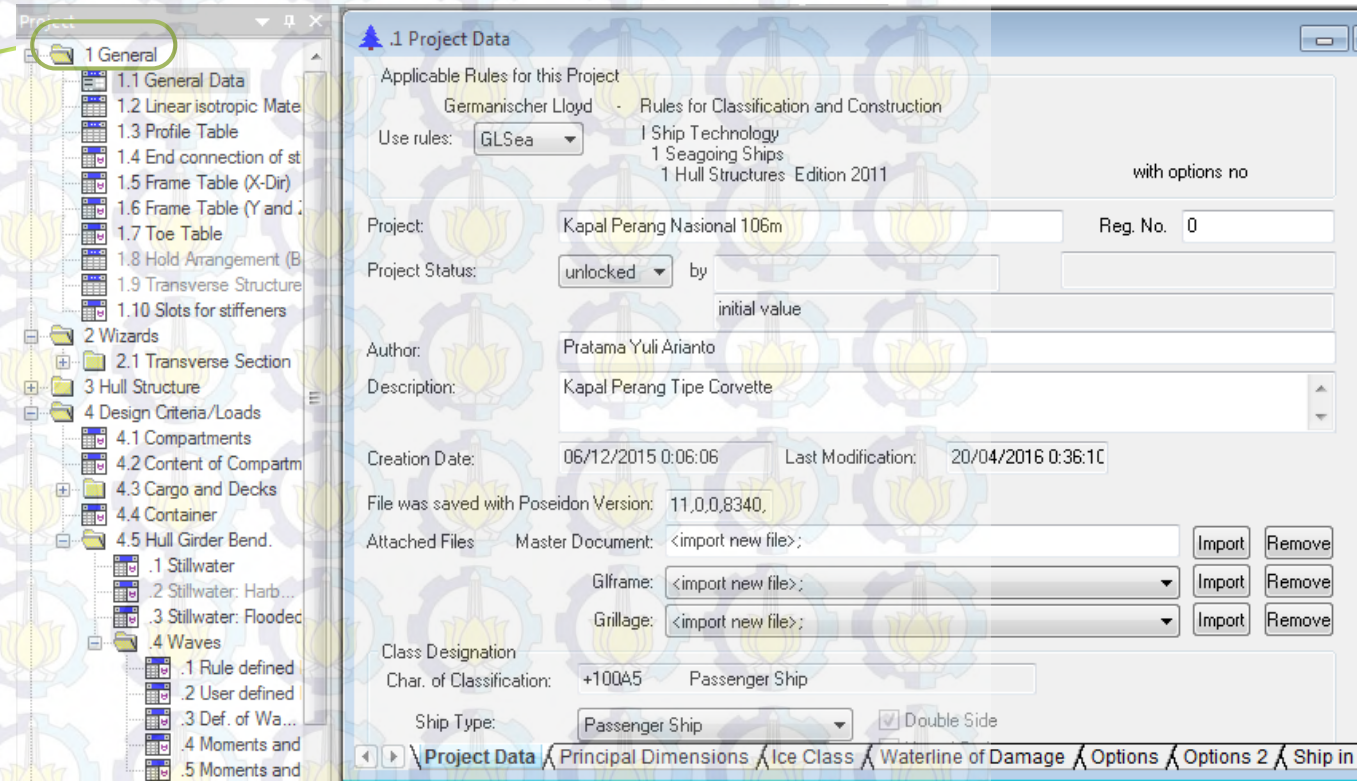
General : Merupakan menu yang digunakan untuk penggambaran secara umum dari pemodelan kapal

General Data : Data secara umum kapal yang akan dimodelkan, mulai dari jenis kapal, deskripsi kapal, ukuran utama kapal, dll

Linear Isotropic Material : Berisi Material yang akan digunakan dalam proses pemodelan. Disini memakai AH36

Profile Table : Berisi Profil yang akan dipakai dalam proses pemodelan

Frame Table X, Y dan Z : Berisi Titik-titik koordinat X, Y, dan Z dimana digunakan dalam proses pemodelan.



Proses Pemodelan pada Poseidon



1.2 Linear isotropic Materials

Mat. No.	E-Modulus [kN/m ²]	G-Modulus [kN/m ²]	Material Density [kg/m ³]	Yield Stress [N/mm ²]	Remark
1	206000000	79230769	8000	235	
2	206000000	79230769	8000	315	
3	206000000	79230769	8000	355	
4	206000000	79230769	8000	390	
5	200000000	800000000	7850	350	
6	200000000	800000000	7850	455	
* 7	200000000	800000000	7850	455	

Record 1

Gambar Material Properties

1.3 Profile Table

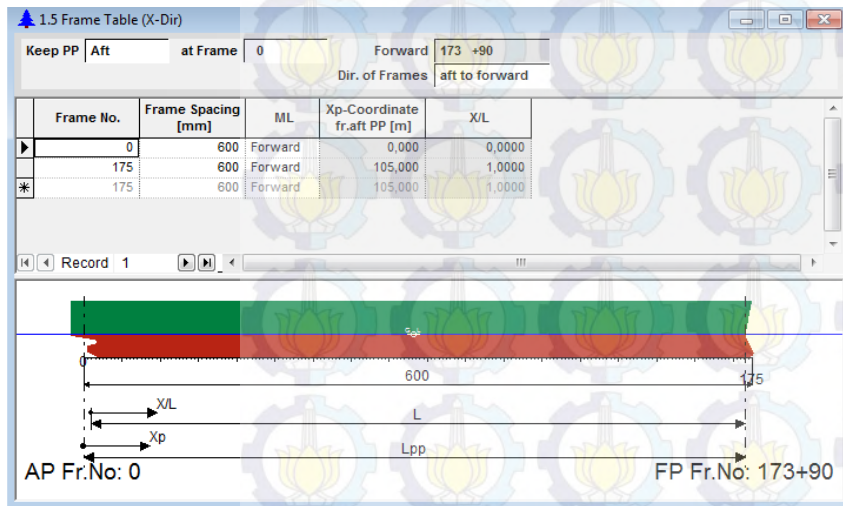
Reh [N/mm²] for Brackets: 235 for Profiles: 235

Profiles										Brackets			
Type	Name	hw [mm]	tw [mm]	bf [mm]	tf [mm]	Area [cm ²]	e [mm]	W [cm ³]	I [cm ⁴]	I [mm]	tb [mm]	bf [mm]	tbf [mm]
HP	HP 60*4,0	60,0	4,0	17,0		3,5	38,2	10,1	49,0	100	6,5	50	6,5
HP	HP 60*5,0	60,0	5,0	18,0		4,1	37,0	11,6	61,0	105	6,5	50	6,5
HP	HP 60*6,0	60,0	6,0	19,0		4,7	36,2	13,2	72,0	109	6,5	50	6,5
HP	HP 80*5,0	80,0	5,0	19,0		5,4	48,9	19,7	127,0	125	6,5	50	6,5
HP	HP 80*6,0	80,0	6,0	20,0		6,2	47,8	22,3	151,0	130	6,5	50	6,5
HP	HP 80*7,0	80,0	7,0	21,0		7,0	46,9	24,9	175,0	135	6,5	50	6,5
HP	HP 100*6,0	100,0	6,0	21,5		7,7	59,8	33,9	275,0	150	6,5	50	6,5
HP	HP 100*7,0	100,0	7,0	22,5		8,7	58,7	37,9	320,0	155	6,5	50	6,5
HP	HP 120*6,0	120,0	6,0	23,0		9,3	72,0	48,2	451,0	168	6,5	50	6,5
HP	HP 100*8,0	100,0	8,0	23,5		9,7	57,8	42,0	365,0	161	6,5	50	6,5
HP	HP 120*7,0	120,0	7,0	24,0		10,5	70,7	53,8	525,0	174	6,5	50	6,5
HP	HP 140*6,0	140,0	6,0	25,0		11,0	84,8	66,3	700,0	187	6,5	50	6,5
HP	HP 120*8,0	120,0	8,0	25,0		11,7	69,6	59,5	600,0	180	6,5	50	6,5
HP	HP 140*7,0	140,0	7,0	26,0		12,4	83,1	73,8	817,0	194	6,5	50	6,5
HP	HP 140*8,0	140,0	8,0	27,0		13,8	81,8	81,3	921,0	200	6,7	50	6,5
HP	HP 160*7,0	160,0	7,0	29,0		14,6	96,6	100,1	1212,0	215	7,1	50	6,5
HP	HP 140*9,0	140,0	9,0	28,0		15,2	80,7	89,0	1044,0	206	6,9	50	6,5

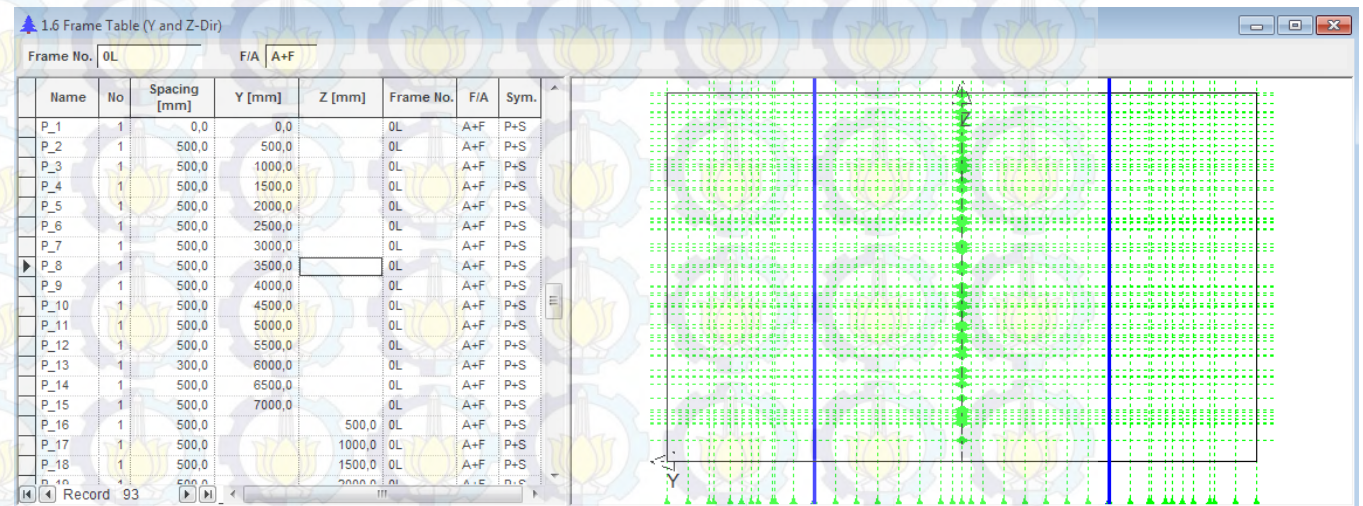
Record 1

Gambar Profile Table

Proses Pemodelan pada Poseidon



Frame Table X Direction



Frame Table Y-Z Direction

Proses Pemodelan pada Poseidon

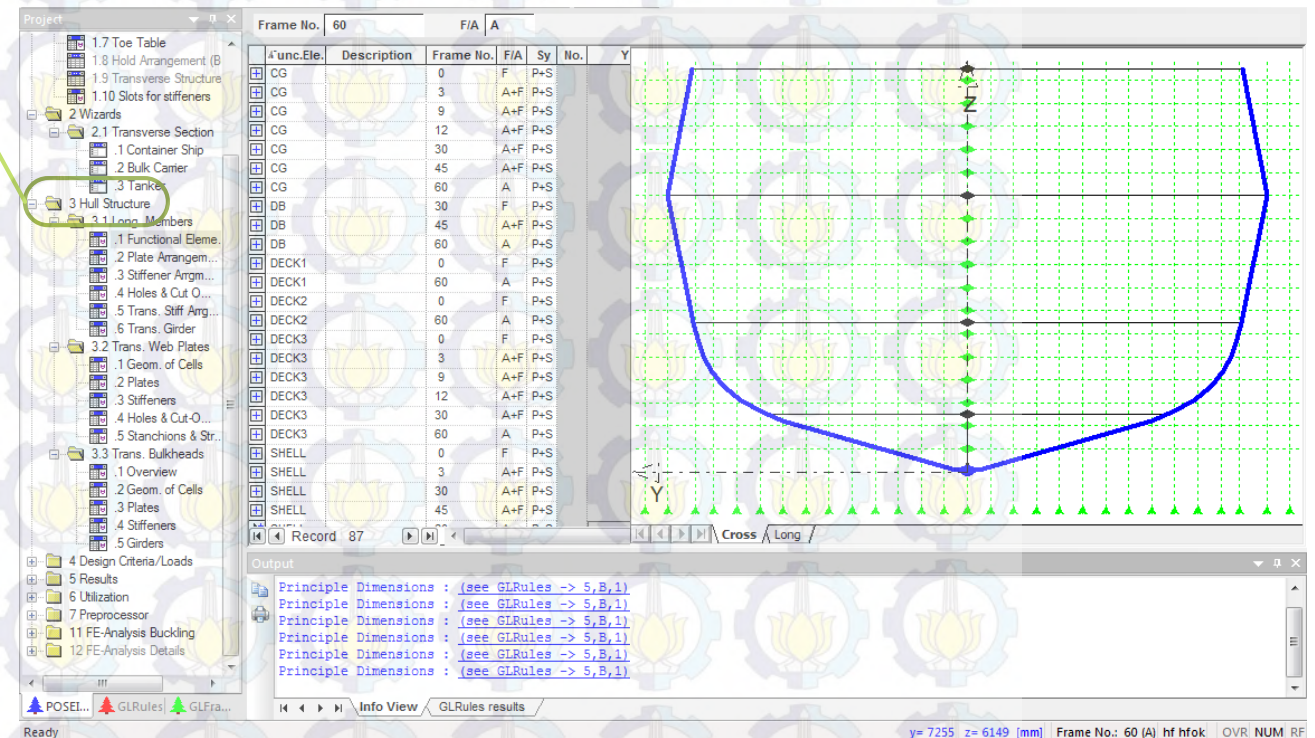


Hull Structure : Merupakan menu yang digunakan untuk pemodelan bentuk kapal secara keseluruhan, baik secara memanjang, melintang, sekat, penumpu, dan lain-lain.

Longitudinal members: submenu untuk pemodelan kapal secara memanjang. Mulai dari Koordinat memanjang, pembagian pelat, penambahan pembujur, dll

Transverse Web plates : submenu untuk pemodelan kapal secara memanjang. Mulai dari Koordinat melintang, pembagian pelat, penambahan webframe, dll

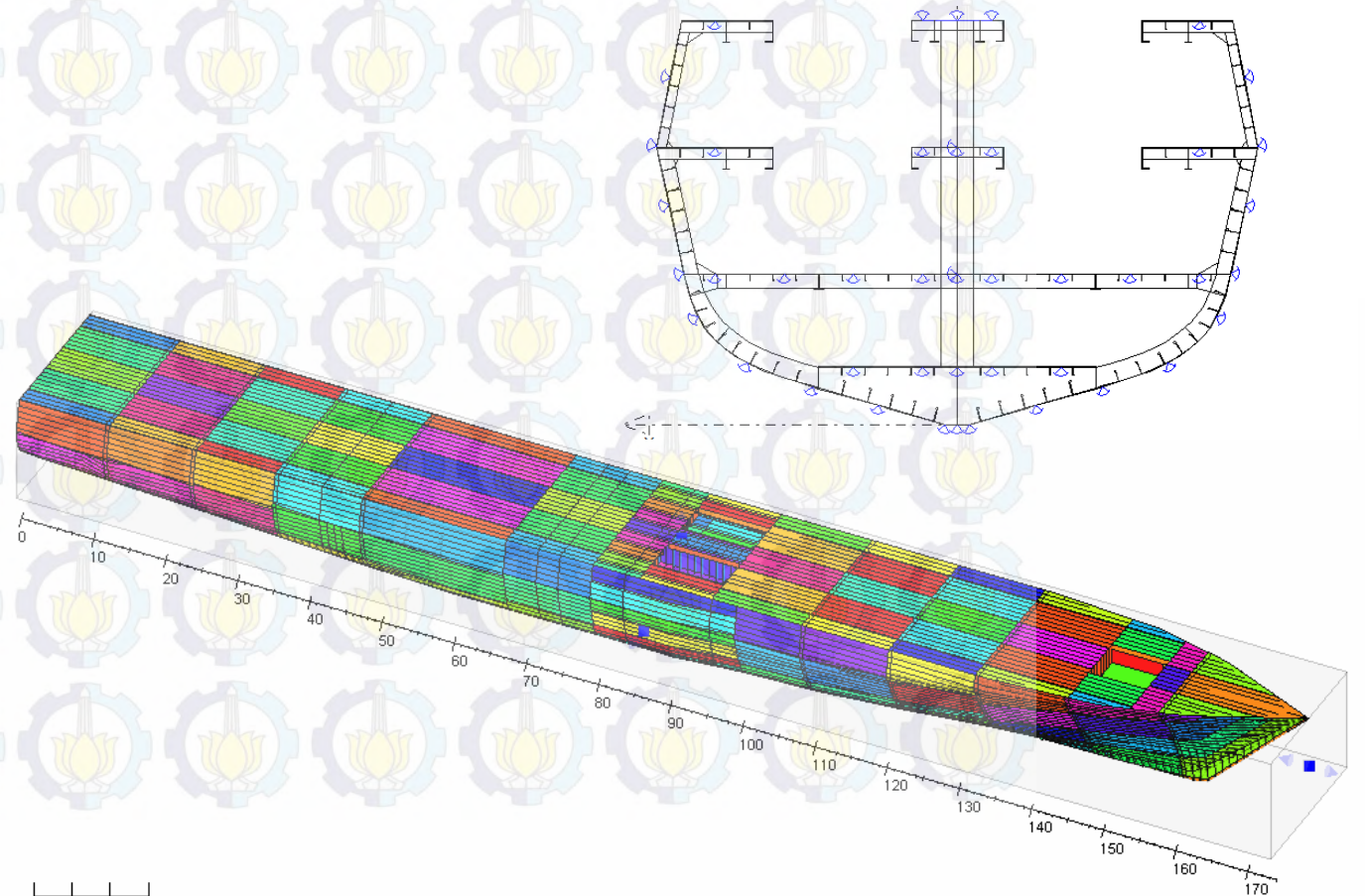
Tranverse Bulkheads : submenu untuk pemodelan kapal bagian sekat. Mulai dari Koordinat sekat, penempatan sekat, dll



Hasil Pemodelan Poseidon



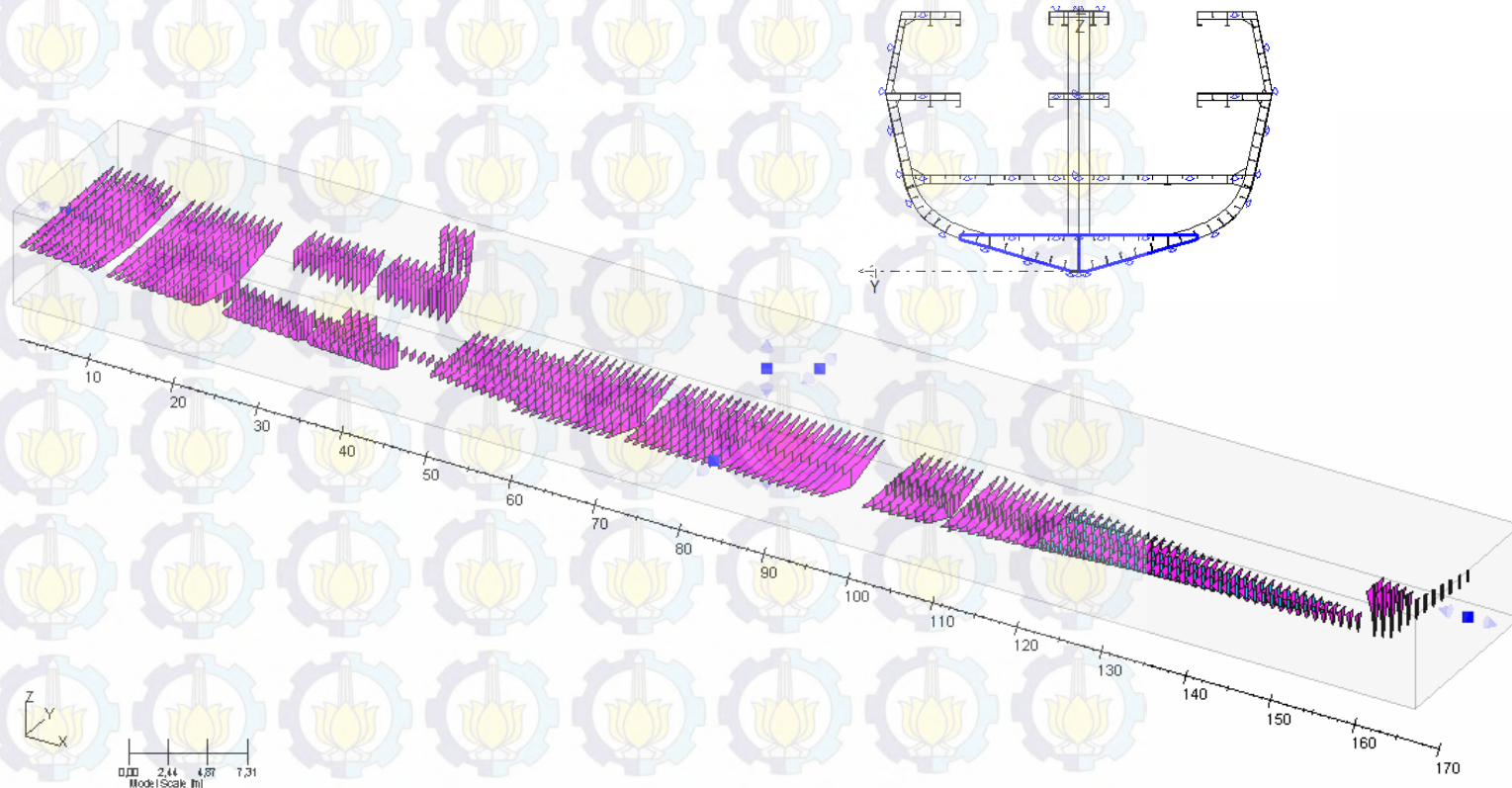
Longitudinal members: submenu untuk pemodelan kapal secara memanjang. Mulai dari Koordinat memanjang, pembagian pelat, penambahan pembujur yang pada Poseidon disebut dengan istilah *Functional element*, *Plate Arrangement*, *Stiffener Arrangement*, *Holes and Cut Outs*, *Tranverse Stifener Arrangement*, dan *Tranverse Girder* dari Long member.



Hasil Pemodelan Poseidon



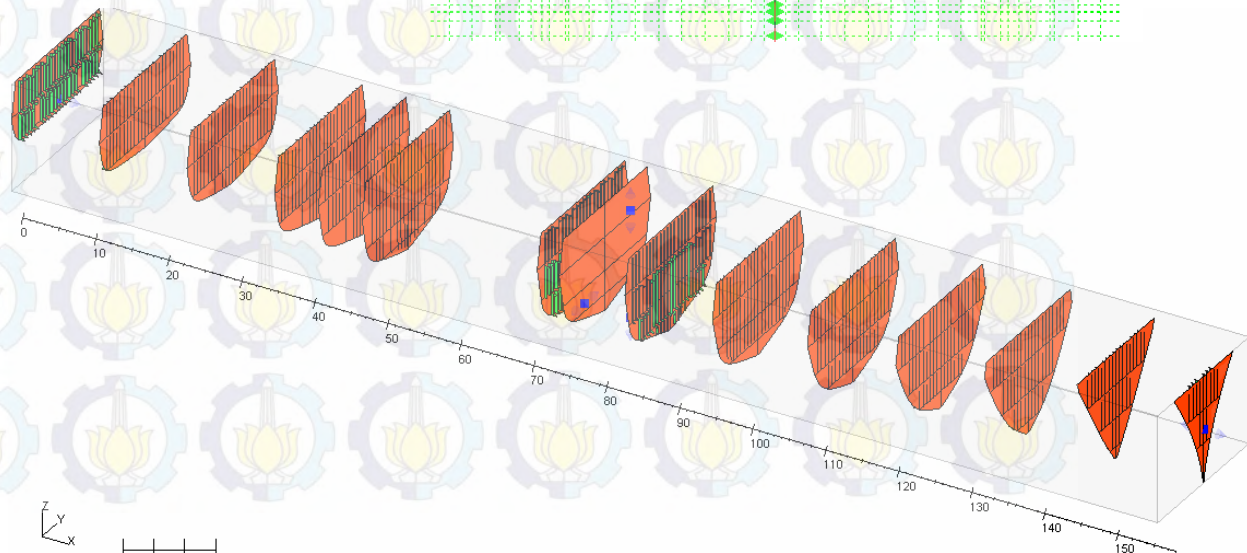
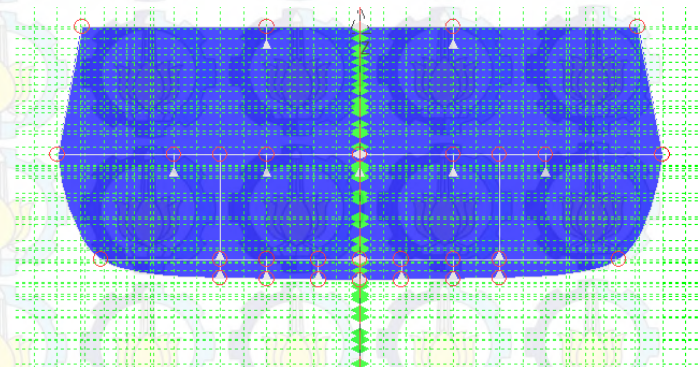
Transverse Web plates : submenu untuk pemodelan kapal secara memanjang. Mulai dari Koordinat melintang, pembagian pelat, penambahan webframe, dimana pada Poseidon disebutkan dengan nama *Geometry of Cell, Plates, Holes and Cut Out dan Stiffeners dari Tranverse Web Plates*



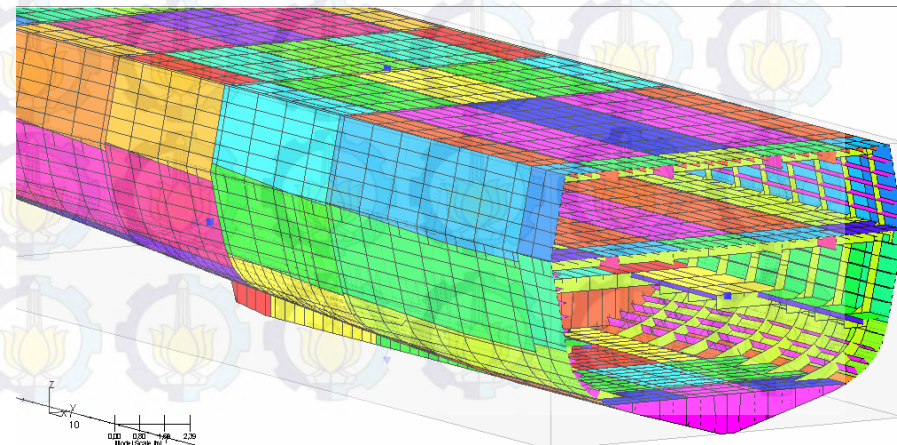
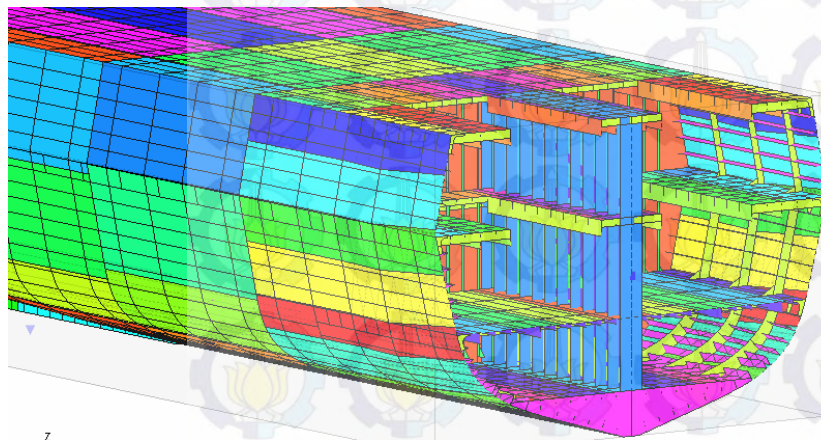
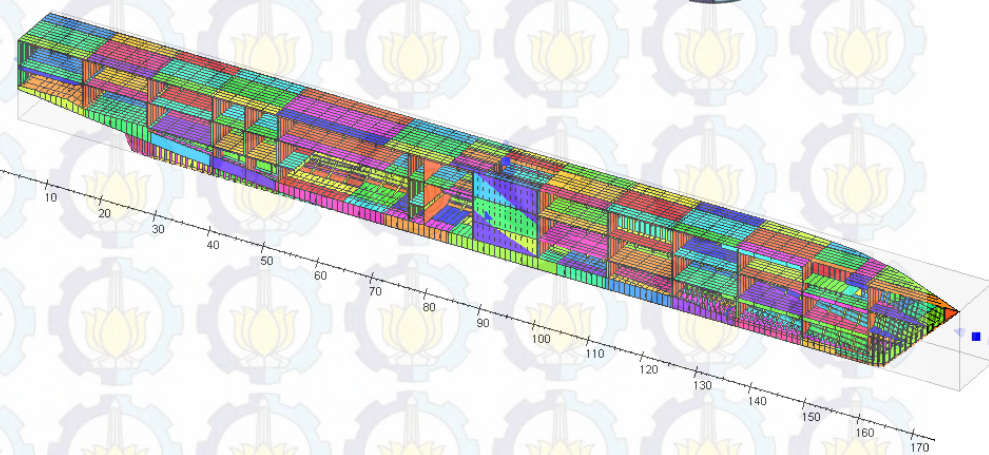
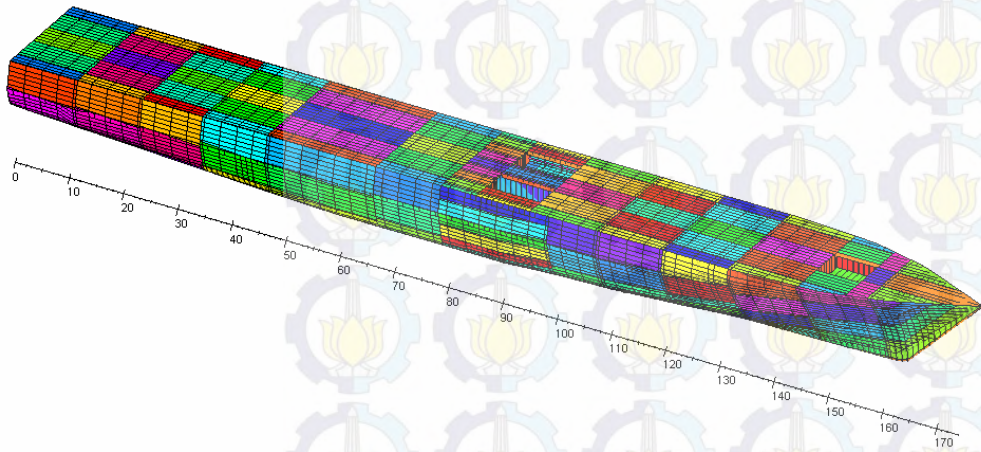
Hasil Pemodelan Poseidon



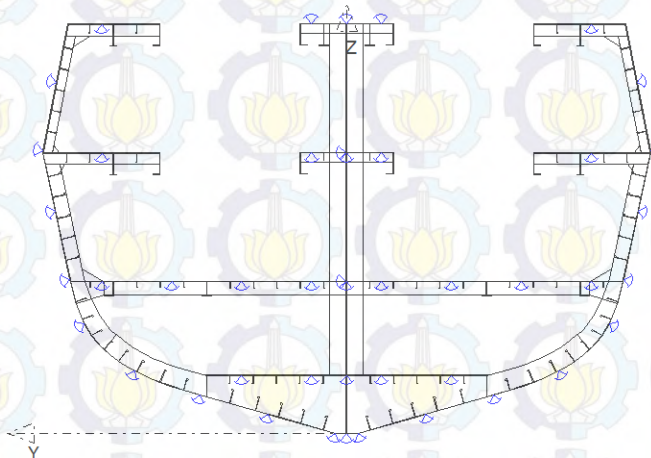
Tranverse Bulkheads : submenu untuk pemodelan kapal bagian sekat. Mulai dari Koordinat sekat, penempatan sekat, *Overview*, *Geometry of Cell*, *Plates*, *Stifeners* dan *Girder* dari *Transverse Bulkhead*.



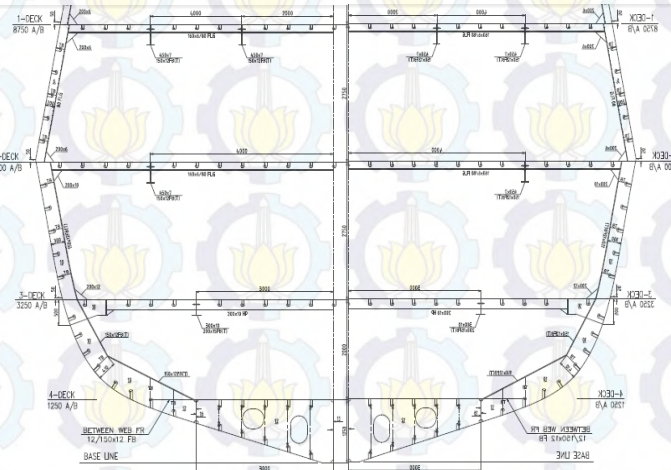
Hasil Pemodelan Pada Poseidon



Validasi Pemodelan pada Poseidon



Hasil pemodelan pada Poseidon

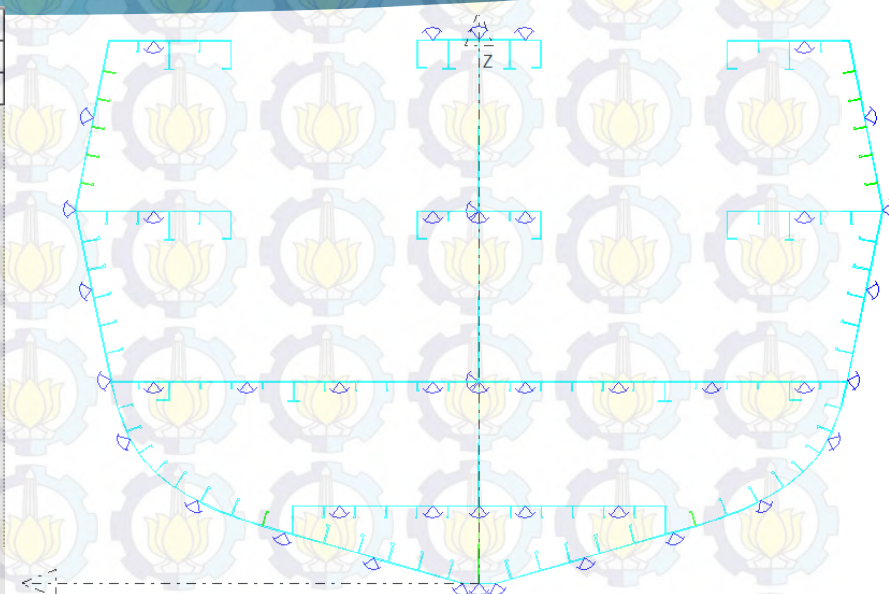


Kapal sebenarnya

Hasil Analisis Kekuatan Memanjang Akibat Beban Gelombang



Func.Ele.	Item	LoLC Y	a	Design Criteria				Shogg	Tau	t as built	Assessment	Error Note
Attributes		LoLC Z	I	DCat	stat	dyn	p2	Ssagg	Reh	t req		
		[mm]	[mm]	req.	[kN/m²]			[N/mm²]		[mm]		
+	DK1	Deck1	0	T 600	WD			208	20	12,0	++	0
	XT DC=80	8750	1000	63	12	16	0	-160	350	10,0	Show	0
+	DK1	Deck1	750	500	WD			208	11	8,0	++	0
	DC=80	8750	600	63	12	16	0	-160	350	7,0	Show	0
+	DK2	Deck2	0	T 600				86	7	6,0	++	0
	XT DC=80	6000	1000	36	0	0	0	-66	350	5,0	Show	0
+	DK2	Deck2	750	500				86	4	6,0	++	0
	DC=80	6000	600	36	0	0	0	-66	350	4,0	Show	0
+	DK3	Deck3	0	1000				-37	3	6,0	++	0
	DC=80	3250	1800	36	0	0	0	29	350	4,0	Show	2
+	DK3	Deck3	750	500				-37	4	6,0	++	0
	DC=80	3250	1800	36	0	0	0	29	350	4,0	Show	0
+	DK3	Deck3	2250	500				-37	8	6,0	++	0
	DC=80	3250	1800	36	0	0	0	29	350	4,0	Show	0
+	SHELL	Side1	5979	458	S			-27	74	10,0	++	0
	DC=80	3474	1800	36	1	44	0	21	350	8,6	Show	0
+	SHELL	Side1	6260	458	S			33	74	10,0	++	0
	DC=80	4819	1800	36	0	39	0	-25	350	8,6	Show	0
+	SHELL	Side1	6469	458	S			96	54	10,0	++	0
	DC=80	6226	1800	45	0	35	0	-73	350	8,6	Show	0
+	SHELL	Side2	6202	458	S			156	43	10,0	++	0
	DC=80	7573	1800	56	0	31	0	-120	350	8,6	Show	0
+	CG	CenterGird	0	T 600	LG			-169	34	12,0	+	0
	XT DC=80	300	1250	40	0	0	0	130	350	12,0	Calc	1



Pada tabel hasil yang ditampilkan akan menghasilkan assessment yang memiliki arti sebagai berikut :

- ++ (biru) : lebih dari 3% oversized
- + (hijau) : antara 0% sampai 3% oversized
- (hijau) : antara -3 sampai 0% undersized, tetapi masih diperbolehkan
- ## (magenta) : ukuran tidak terdefinisikan (terlalu kecil) atau error

Hasil Analisis Kekuatan Memanjang Akibat Beban Gelombang



- a. Hasil Modulus pada penampang melintang frame 88 :

	Modulus(m ³)	
	Pada kapal	Required
W top deck =	1.694	1.451
W bottom deck =	1.936	1.451

- b. Tegangan Ijin

Berdasarkan rumus $\sigma_p = C_s \cdot \sigma_{po}$

Didapatkan tegangan ijin sebesar 243.4 N/mm²

Hasil Analisis Kekuatan Memanjang Akibat Beban Gelombang



Significant Wave Height	Wave Heading	Tegangan(N/mm ²)		Tegangan Ijin (N/mm ²)	Prosentase
		Topdeck	Bottom		
Hs = 3 m	$\mu = 90^\circ$	29,47	25,79	243,4	87.9 %
	$\mu = 135^\circ$	118,52	103,71	243,4	51.3 %
	$\mu = 180^\circ$	121,24	106,08	243,4	50.2 %
Hs = 4 m	$\mu = 90^\circ$	40,67	35,58	243,4	83.3 %
	$\mu = 135^\circ$	150,37	131,58	243,4	38.2 %
	$\mu = 180^\circ$	172,37	150,83	243,4	29.2 %
Hs = 5 m	$\mu = 90^\circ$	51,08	44,69	243,4	79.0 %
	$\mu = 135^\circ$	170,43	149,12	243,4	30.0 %
	$\mu = 180^\circ$	207,51	181,58	243,4	14.7 %
Hs = 6 m	$\mu = 90^\circ$	60,50	52,94	243,4	75.1 %
	$\mu = 135^\circ$	183,84	160,86	243,4	24.5 %
	$\mu = 180^\circ$	231,89	202,90	243,4	4.7 %

KESIMPULAN DAN SARAN



A. KESIMPULAN

1. Beban gelombang terbesar pada kapal perang tipe *corvette* terjadi pada tinggi gelombang signifikan sebesar 6 m. Dengan besar *shear force* maksimal pada gerakan *heave* dengan *heading angle* 180^0 sebesar 9.001,84 kN dan *bending moment* maksimal pada gerakan *pitch* dengan *heading angle* 180^0 sebesar 392.816,82 kNm.
2. Tegangan global yang terjadi dipengaruhi oleh besarnya tinggi gelombang signifikan dan variasi *wave heading*. Semakin besarnya tinggi gelombang signifikan maka tegangan global juga semakin besar, selain itu dengan *wave heading* yang semakin besar mulai dari 90^0 , 135^0 , dan 180^0 maka tegangan juga semakin besar. Dimana besar tegangan yang terjadi pada setiap tinggi gelombang signifikan 3, 4, 5 dan 6 m berturut-turut adalah 121,24 N/mm², 172.37 N/mm², 207,51 N/mm² dan 231,89 N/mm².
3. Tegangan maksimal pada *frame* 88 (*midship section*) tersebut terjadi ketika mendapat gelombang dengan tinggi gelombang signifikan 6 m dan *wave heading* 180^0 yang terletak pada bagian *top deck* sebesar 231,89 N/mm². Dengan adanya tegangan ijin menurut *GL-Rules* sebesar 243,4 N/mm², maka dapat disimpulkan bahwa tegangan telah memenuhi persyaratan tegangan ijin kapal.

KESIMPULAN DAN SARAN



B. Saran

1. Dalam proses pengerjaan tugas akhir ini, perangkat lunak yang digunakan adalah Poseidon 11.0 tahun 2012 dan Ansys Aqwa tahun 2012. Untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan versi terbaru, karena banyak fitur yang dikembangkan dalam *software* ini.
2. Untuk gerakan kapal dalam tugas akhir ini masih menggunakan gerakan kapal yang bersifat individu. Disarankan dalam penelitian selanjutnya menggunakan gerakan kapal yang saling berpasangan atau dikombinasikan antar gerakan tersebut untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan mengkombinasikan secara langsung dalam 1 software mengenai interaksi gelombang dengan struktur.

Daftar Pustaka



Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Informasi Meteorologi Maritim Gelombang Tinggi di Indonesia. 17 September 2015. (www.bmkg.go.id)

Barrass. 1999. *Ship Stability for Masters and Mates*. Oxford: Elsevier

Bhattacharyya, Rameswar. 1978. *Dynamics of Marine Vehicle*. U.S. Naval Academy, Annapolis, Maryland.

Chakrabarti, S.K., 1987, "Hydrodynamics of Offshore Structures", Computational Mechanics Publications Southampton. Boston, USA.

Djarmiko, E. B. 2012. *Perilaku dan Operabilitas Bangunan Laut di Atas Gelombang Acak*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

DNV-GL. *Strength Assessment of Hull Structure-POSEIDON*. 13 September 2015 (<https://www.dnvgl.com/services/strength-assessment-of-hull-structures-poseidon18518>)

Earl Chris, Agustus 2006, A Verification and Validation Study of the Application of Computational Fluid Dynamics to the Modelling of Lateral Sloshing, University of Southampton.

Hirdaris, S.E. and C.Ge. November 2004. *Review and Introduction to Hydroelasticity of Ships*. Paper Presentation on Lloyd's Register Technical Association (LRTA), Paper No 8, Session 2004-2005.

Germanischer Lloyd. 2012. *Rules for Classification and Construction Ship Technology*. Germanischer Lloyd, Jerman

Hull Department Engineering. 2000, WAMIT-MOSES Hydrodynamic analysis Comparison Study, J. Ray McDermot

Perdana, Denis Ibrahim. Juli 2013. *Analisis Beban gelombang Terhadap Konstruksi Kapal Perang Tipe Corvette di Kondisi Perairan Indonesia*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

... (2012) *ANSYS Aqwa-Wave User Manual*. Century Dynamic Limited.

... (2012) *Poseidon User Manual*. DNV GL

... *Diktat Mata kuliah Kekuatan dan Konstruksi Kapal*, Jurusan Teknik Perkapalan FTK ITS, Surabaya.

Pratama Yuli Arainto_4112100043_Teknik Perkapalan FTK ITS



TERIMA KASIH